

JP2004072150A RADIO BASE STATION APPARATUS

Bibliography

DWPI Title

Directional transceiver apparatus for radio communication system, has transmitting branches that weigh transmission data with weight output from transmission weight correcting section and deliver it to antennae

Original Title

RADIO BASE STATION APPARATUS

Assignee/Applicant

Standardized: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Original: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Inventor

YUDA YASUAKI ; KISHIGAMI TAKAAKI ; FUKAGAWA TAKASHI ; TAKAKUSAKI KEIJI ; MIYAMOTO SHOJI

Publication Date (Kind Code)

2004-03-04 (A)

Application Number / Date

JP2002224571A / 2002-08-01

Priority Number / Date / Country

JP2002224571A / 2002-08-01 / JP

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the amplitude deviation and the phase deviation having frequency characteristics occurring between a transmitting and receiving branches in a radio base station apparatus having an array antenna applied to an OFDM communication system.

SOLUTION: Correction values for correcting the amplitude deviation and the phase deviation occurring between transmitting and receiving branches in an array antenna radio base station apparatus are detected for every subcarrier of an OFDM signal. The transmission and reception weights are calculated every for subcarrier to correct the weights at every subcarrier using the detected correction values for every subcarrier, thereby correcting the amplitude deviation and the phase deviation having frequency characteristics occurring between the transmitting and receiving branches.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-72150

(P2004-72150A)

(43) 公開日 平成16年3月4日 (2004.3.4)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

5 K 0 2 2

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

B

5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2002-224571 (P2002-224571)
 (22) 出願日 平成14年8月1日 (2002.8.1)

(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 100097445
 (74) 代理人 弁理士 岩橋 文雄
 100103355
 (74) 代理人 弁理士 坂口 智康
 100109667
 (74) 代理人 弁理士 内藤 浩樹
 (72) 発明者 満田 泰明
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 岸上 高明
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

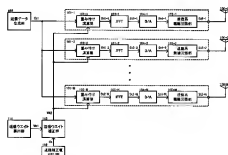
(54) 【発明の名称】 無線基地局装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM通信方式にアレーアンテナを適用した無線基地局装置において、送信および受信ブランチ間に発生する周波数特性を有する振幅偏差および位相偏差を補正する。

【解決手段】 アレーアンテナ無線基地局装置における送受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を、OFDM信号のサブキャリア毎に検出する。送信ウエイトおよび受信ウエイトをサブキャリア毎に算出し、検出したサブキャリア毎の補正値を用いて、ウエイトをサブキャリア毎に補正することで、送受信ブランチ間に発生する周波数特性を有する振幅偏差および位相偏差を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

OFDM信号を使って指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく送信補正値メモリ部と、前記送信ウエイトを前記補正値で補正を行う送信ウエイト補正部とを有することを特徴とする無線基地局装置。

【請求項2】

OFDM信号を使って指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく送信補正値メモリ部と、前記送信ウエイトを前記補正値で補正を行う送信ウエイト補正部と、送信する情報データ列を生成する送信データ生成部と、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して前記送信ウエイト補正部から出力される送信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記重み付け演算部の出力信号に対して逆フーリエ変換を行う複数の逆高速フーリエ変換演算部と、前記逆高速フーリエ変換演算部の出力信号をアナログ信号に変換する複数のD/A変換部とを備えることを特徴とする無線基地局装置。

【請求項3】

複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナを有してOFDM信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく送信補正値メモリ部と、前記送信ウエイトを前記補正値で補正を行う送信ウエイト補正部と、送信する情報データ列を生成する送信データ生成部と、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して前記送信ウエイト補正部から出力される送信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記重み付け演算部の出力信号に対して逆フーリエ変換を行う複数の逆高速フーリエ変換演算部と、前記逆高速フーリエ変換演算部の出力信号をアナログ信号に変換する複数のD/A変換部と、前記D/A変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行う複数の送信系無線回路部と、前記複数の送信系無線回路部をまとめた送信ブランチの出力信号を放射する複数のアンテナ素子を備えることを特徴とする無線基地局装置。

【請求項4】

前記送信ウエイト算出部では、OFDM信号のサブキャリア毎に送信ウエイトを算出しておき、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、サブキャリア毎に補正を行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項5】

前記送信ウエイト算出部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して1つの送信ウエイトを算出しておき、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、各サブキャリアに対して補正を行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項6】

前記送信補正値メモリ部では、OFDM信号の各サブキャリアに対して、前記送信ブランチの間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項7】

前記送信補正値メモリ部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、前記送信ブランチの間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項8】

各重み付け演算部では、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して、前記

10

20

30

40

50

送信ウエイト補正部で補正された各サブキャリアの送信ウエイトにより、サブキャリア毎に重み付けを行うことを特徴とする請求項2乃至7のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項9】

前記送信ブランチから出力される信号を入力して、無線周波数において少なくとも周波数変換を行う補正ブランチ無線回路部と、前記補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う高速フーリエ変換演算部と、前記高速フーリエ変換演算部の出力信号と送信ブランチの前記重み付け演算部の出力信号とを入力し、送信ブランチ間の振幅偏差および位相偏差を補正する補正値を検出する周波数応答補正値検出部を用いて、前記送信系無線回路部から前記アンテナ素子を取り外して直接補正ブランチ無線回路部に結線して、前記周波数応答補正値検出部では、この結線した状態で前記高速フーリエ変換演算部から出力されるフーリエ変換した信号およびこの結線した送信ブランチにおける重み付け演算部の出力信号を入力して、前記重み付け演算部の出力信号を基準として、前記高速フーリエ変換演算部からの信号の振幅と位相を検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、この値を補正する補正値を算出し、前記送信補正値メモリ部に記憶しておくことを特徴とする請求項3に記載の無線基地局装置。

【請求項10】

複数ある送信ブランチの全てに対して、請求項9に記載の補正値を算出して、前記送信補正値メモリ部に記憶しておくことを特徴とする請求項9に記載の無線基地局装置。

【請求項11】

前記複数のアンテナ素子の近傍に設置した複数の電力分配手段と、前記複数の電力分配手段において分配された信号を入力して、無線周波数において少なくとも周波数変換を行う複数の補正ブランチ無線回路部と、前記複数の補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数のA/D変換部と、前記複数のA/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換演算部と、前記複数の高速フーリエ変換演算部の出力信号と複数の送信ブランチにおける重み付け演算部の出力信号を入力して補正値を検出する周波数応答補正値検出部を備え、前記送信補正値メモリ部では、前記周波数応答補正値検出部により検出した補正値を記憶しておくことを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項12】

前記周波数応答補正値検出部は、送信ブランチごとに、送信ブランチにおける前記重み付け演算部の出力信号を基準として、前記高速フーリエ変換演算部の出力信号の振幅と位相をOFDM信号のサブキャリア毎に検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、前記送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を検出することを特徴とする請求項11に記載の無線基地局装置。

【請求項13】

前記送信データ生成部からの出力データを用いて、前記周波数応答補正値検出部において補正値を検出して、前記送信補正値メモリ部に記憶することを特徴とする請求項11に記載の無線基地局装置。

【請求項14】

前記複数のアンテナ素子の近傍に設置した複数の電力分配手段と、前記複数の電力分配手段により分配された信号から1つを選択して出力する第1のスイッチと、前記第1のスイッチから出力される信号を入力して、無線周波数において少なくとも周波数変換を行う補正ブランチ無線回路部と、前記補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う高速フーリエ変換演算部と、前記複数の送信ブランチにおける逆フーリエ変換する前の信号から1つを選択して出力する第2のスイッチと、前記高速フーリエ変換演算部の出力信号と前記第2のスイッチからの信号を入力して補正値を検出する周波数応答補正値検出部を備え、前記送信補正値メモリ部では、前記周波数応答補正値検出部により検出した補正値を記憶しておくことを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項 15】

前記第1のスイッチと前記第2のスイッチは、同じ送信ブランチを選択するように連動して動作することを特徴とする請求項14に記載の無線基地局装置。

【請求項 16】

前記周波数応答補正値検出部は、前記第2のスイッチの出力信号を基準として、前記高速フーリエ変換演算部の出力信号の振幅と位相をOFDM信号のサブキャリア毎に検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、前記送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を算出することを特徴とする請求項14または請求項15に記載の無線基地局装置。

【請求項 17】

前記送信データ生成部からの出力データを用いて、前記周波数応答補正値検出部において補正値を検出して、前記送信補正値メモリ部に記憶することを特徴とする請求項14に記載の無線基地局装置。

【請求項 18】

アンテナ素子間結合を補正する補正行列を記憶しておく送信補正行列メモリ部を備え、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正で補正することに加え、前記送信補正行列メモリ部で記憶されている補正行列で補正することを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項 19】

前記送信補正行列メモリ部では、OFDM信号の各サブキャリアに対して、あらかじめ、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を計算しておき記憶しておくことを特徴とする請求項18に記載の無線送信装置。

【請求項 20】

前記送信補正行列メモリ部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数に分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、あらかじめ、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を計算しておき記憶しておくことを特徴とする請求項18に記載の無線送信装置。

【請求項 21】

OFDM信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナと、前記複数のアンテナ素子で受信した信号に対して電力を増幅させ、無線周波数において少なくとも周波数変換を行う複数の受信系無線回路部と、前記複数の受信系無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数のA/D変換部と、前記複数のA/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換演算部と、前記複数の高速フーリエ変換演算部から出力される複数の信号を用いて受信ウエイトを算出する受信ウエイト算出部と、前記受信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく受信補正値メモリ部と、前記受信ウエイトを前記補正値で補正する受信ウエイト補正部と、前記複数の高速フーリエ変換演算部からの出力信号に対して前記受信ウエイト補正部から出力される受信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記複数の重み付け演算部の出力信号を合成する受信データ合成部を備えることを特徴とする無線基地局装置。

【請求項 22】

前記受信ウエイト算出部では、OFDM信号のサブキャリア毎に受信ウエイトを算出しておき、前記受信ウエイト補正部では、前記受信ウエイト算出部で算出した受信ウエイトに対して、前記受信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、サブキャリア毎に補正を行うことを特徴とする請求項21に記載の無線基地局装置。

【請求項 23】

前記受信ウエイト算出部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数に分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して1つの送信ウエイトを算出しておき、前記受信ウエイト補正部では、前記受信ウエイト算出部で算出した受信ウエイトに対して、

10

20

30

40

50

前記受信補正值メモリ部で記憶されている補正值を用いて、各サブキャリアに対して補正を行うことを特徴とする請求項 21 に記載の無線基地局装置。

【請求項 24】

前記受信補正值メモリ部では、OFDM 信号の各サブキャリアに対して、受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正值を記憶しておくことを特徴とする請求項 21 から 23 のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項 25】

前記受信補正值メモリ部では、OFDM 信号の信号帯域幅を複数に分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正值を記憶しておくことを特徴とする請求項 21 もしくは請求項 23 に記載の無線基地局装置。

10

【請求項 26】

前記各重み付け演算部では、前記高速フーリエ変換演算部の出力信号に対して、前記受信ウエイト補正部で補正された各サブキャリアの受信ウエイトにより、サブキャリア毎に重み付けを行うことを特徴とする請求項 21 乃至 25 のいずれかに記載の無線基地局装置。

【請求項 27】

基準となる信号を発生する基準信号発生部と、前記基準信号発生部からの信号に対して逆フーリエ変換する逆高速フーリエ変換演算部と、前記逆高速フーリエ変換演算部の出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換部と、前記 D/A 変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行うなど無線周波数において動作する補正ブランチ無線回路部と、前記基準信号発生部からの信号と受信ブランチにおける前記逆高速フーリエ変換演算部の出力信号を入力し、受信ブランチ間の振幅偏差および位相偏差を補正する補正值を検出する周波数応答補正值検出部を用いて、前記受信系無線回路部から前記アンテナ素子を取り外して、補正ブランチ無線回路部から出力する信号を直接に前記受信系無線回路部に結線して、前記周波数応答補正值検出部では、この結線した受信ブランチにおける高速フーリエ変換演算部の出力信号および前記基準信号発生部からの信号を入力して、前記基準信号発生部からの信号を基準として、前記逆高速フーリエ変換演算部からの信号の振幅と位相を検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、この値を補正する補正值を算出し、前記受信補正值メモリ部に記憶しておくことを特徴とする請求項 21 に記載の無線基地局装置。

20

30

【請求項 28】

複数ある受信ブランチの全てに対して、請求項 25 に記載の補正值を算出して、前記受信補正值メモリ部に記憶しておくことを特徴とする請求項 25 に記載の無線基地局装置。

【請求項 29】

OFDM 信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナと、前記アンテナ素子で受信した信号を受信装置に伝送し、送信信号は送信装置から前記アンテナ素子にだけ伝送する前記アンテナ素子の近傍に設置された複数のスイッチ手段と、前記複数のスイッチ手段から伝送される前記アンテナ素子で受信した信号に対して電力を増幅させ、無線周波数において少なくとも周波数変換を行う複数の受信系無線回路部と、前記複数の受信系無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数の A/D 変換部と、前記複数の A/D 変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換演算部と、前記複数の高速フーリエ変換演算部から出力される複数の信号を用いて受信ウエイトを算出する受信ウエイト算出部と、前記受信ウエイトを補正する補正值を記憶しておく受信補正值メモリ部と、前記受信ウエイトを前記補正值で補正する受信ウエイト補正部と、前記複数の高速フーリエ変換演算部からの出力信号に対して前記受信ウエイト補正部から出力される受信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記複数の重み付け演算部の出力信号を合成する受信データ合成部と、前記受信ウエイト算出部における指向性に関する情報を利用して指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正值を記憶しておく送信補正值メモリ部と、前記送信ウエイト

40

50

トを前記補正値で補正を行う送信ウエイト補正部と、送信する情報データ列を生成する送信データ生成部と、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して前記送信ウエイト補正部から出力される送信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記重み付け演算部の出力信号に対して逆フーリエ変換を行う複数の逆高速フーリエ変換演算部と、前記逆高速フーリエ変換演算部の出力信号をアナログ信号に変換する複数のD/A変換部と、前記D/A変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行い、また電力増幅など無線周波数において動作して前記スイッチ手段に送信信号を送送する複数の送信系無線回路部を備えることを特徴とする無線基地局装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明に属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)方式を用いた無線通信システムの無線基地局装置に関するものであり、特に、アレーアンテナを用いた指向性送受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、OFDM方式を用いた通信方式が広く知られている。また、トラフィック容量の増加、通信エリアの拡大、干渉抑圧などを目的としてアダプティブアレーアンテナ技術の検討が行われている。そして、このOFDM方式におけるアダプティブアレーアンテナ技術の適用が注目されており、いくつか開示されている。例えば、その1つに特開平11-205026号がある。この公報の開示例では、OFDMサブキャリアの周波数間隔と、アレーアンテナのアンテナ素子間隔に基づき送受信ウエイトを算出して、サブキャリア毎に重み付けを行うことで指向性送受信するとある。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

先の開示例による従来技術では、サブキャリア毎に送信ウエイトおよび受信ウエイトを設定することにより、サブキャリア周波数間隔で発生する指向性ビームパターンのずれを解消することは可能である。しかし、各送受信ブランチ間において振幅偏差や位相偏差が発生する場合には、形成したビームパターンは所望のビームパターンとずれてしまう。各送受信ブランチでは、無線周波数回路部において多くのアナログ素子により構成される。これらのアナログ素子では、素子の個体差により特性にばらつきが発生し、また、周囲の温度や時間の経過などにより特性が変動してしまう。このようなアナログ素子の特性により、各送受信ブランチ間においては、振幅・位相偏差が発生してしまう。特に、OFDM信号のような広帯域信号では、各ブランチ間の振幅・位相偏差に周波数特性が生じることが考えられ、この場合にはサブキャリア周波数毎にビームパターンがずれてしまうことになる。

30

【0004】

本発明は、このような課題を解決するものであり、アレーアンテナの各ブランチ間に振幅位相偏差が発生した場合、特にこの振幅・位相偏差に周波数特性がある場合においても、所望の指向性ビームパターンを形成することを可能とする無線基地局装置を提供することにある。

40

【0005】

【課題と解決するための手段】

本発明では、アレーアンテナの各送受信ブランチにおける無線回路部の特性を補正する補正値を記憶しておき、算出した送受信ウエイトに対して補正値により補正を行うことで、所望の送受信ビームパターンを形成する。その際、OFDM信号のサブキャリア毎に補正値を計算することができる。

【0006】

本発明では、アレーアンテナの各送受信ブランチにおける無線回路部の特性のばらつきか

50

ら発生する各ブランチ間の振幅・位相偏差を検出し、この偏差を補正する補正値を計算し記憶しておく。その際、OFDM信号のサブキャリア毎に検出することで、サブキャリア毎に補正値を計算することができる。そして、その補正値を用いて送受信ウエイトを補正し、信号を重み付けすることにより、ブランチ間に振幅・位相偏差があった場合においても希望のビームパターンを形成することができ、良好な通信が可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1乃至3に記載の発明は、複数のアンテナ素子から構成されるアレーンテナを有してOFDM信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく送信補正値メモリ部と、前記送信ウエイトを前記補正値で補正を行う送信ウエイト送信ウエイト補正部と、送信する情報データ列を生成する送信データ生成部と、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して前記送信ウエイト補正部から出力される送信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記重み付け演算部の出力信号に対して逆フーリエ変換を行う複数の逆高速フーリエ変換(IFFT)演算部と、前記IFFT演算部の出力信号をアナログ信号に変換する複数のデジタル/アナログ(D/A)変換部と、前記D/A変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行い、また電力増幅など無線周波数において動作する複数の送信系無線回路部と、前記送信ブランチの出力信号を放射する前記複数のアンテナ素子を備えたものであり、アレーンテナを用いてOFDM信号を指向性送信する場合において、送信ウエイトを補正値により補正して送信ビーム形成を行うという作用を有する。

【0008】

本発明の請求項4に記載の発明は、前記送信ウエイト算出部では、OFDM信号のサブキャリア毎に送信ウエイトを算出しておき、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して、前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、サブキャリア毎に補正を行うこととしたものであり、送信ウエイトの設定および補正をOFDM信号のサブキャリア毎に行うという作用を有する。

【0009】

本発明の請求項5に記載の発明は、前記送信ウエイト算出部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して1つの送信ウエイトを算出しておき、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して、前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、各サブキャリアに対して補正を行うこととしたものであり、送信ウエイトの設定はOFDM信号帯域幅内の分割帯域毎で行い、補正はOFDM信号のサブキャリア毎に行うという作用を有する。

【0010】

本発明の請求項6に記載の発明は、前記送信補正値メモリ部では、OFDM信号の各サブキャリアに対して、送信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正値は送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差をサブキャリア毎に補正する値であるという作用を有する。

【0011】

本発明の請求項7に記載の発明は、前記送信補正値メモリ部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、送信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正値は送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差をOFDM信号帯域幅内の分割帯域毎に補正する値であるという作用を有する。

【0012】

本発明の請求項8に記載の発明は、各重み付け演算部では、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して、前記送信ウエイト補正部で補正された各サブキャリアの送信ウエイトにより、サブキャリア毎に重み付けを行うこととしたものであり、送信データ

10

20

30

40

50

の重み付けをサブキャリア毎に行うという作用を有する。

【0013】

本発明の請求項9に記載の発明は、請求項3に記載の無線基地局装置において、送信ブランチから出力される信号を入力して、無線周波数からベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行うなどの無線周波数において動作する補正ブランチ無線回路部と、前記補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換するアナログ／デジタル（A/D）変換部と、前記A/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う高速フーリエ変換（FFT）演算部と、前記FFT演算部の出力信号と送信ブランチの前記重み付け演算部の出力信号とを入力し、送信ブランチ間の振幅偏差および位相偏差を補正する補正値を検出する周波数応答補正値検出部を用いて、前記送信系無線回路部から前記アンテナ素子を取り外して直接補正ブランチ無線回路部に結線して、前記周波数応答補正値検出部では、この結線した状態で前記FFT演算部から出力されるフーリエ変換した信号およびこの結線した送信ブランチにおける重み付け演算部の出力信号を入力して、前記重み付け演算部の出力信号を基準として、前記FFT演算部からの信号の振幅と位相を検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、この値を補正する補正値を算出し、前記送信補正値メモリ部に記憶しておくこととしたものであり、補正ブランチを用いて送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を検出して補正値を算出し、記憶しておくという作用を有する。

10

【0014】

本発明の請求項10に記載の発明は、複数の送信ブランチの全てに対して、請求項9に記載の補正方法を用いて補正値を算出して、前記送信補正値メモリ部に記憶しておくこととしたものであり、全ての送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を記憶するという作用を有する。

20

【0015】

本発明の請求項11に記載の発明は、請求項1から請求項8に記載の無線基地局装置に加えて、前記複数のアンテナ素子の近傍に設置した複数の電力分配手段と、前記複数の電力分配手段において分配された信号を入力して、無線周波数からベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行うなどの無線周波数において動作する複数の補正ブランチ無線回路部と、前記複数の補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数のアナログ／デジタル（A/D）変換部と、前記複数のA/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換（FFT）演算部と、前記複数のFFT演算部の出力信号と複数の送信ブランチにおける重み付け演算部の出力信号を入力して補正値を検出する周波数応答補正値検出部を備え、前記送信補正値メモリ部では、前記周波数応答補正値検出部により検出した補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正ブランチを用いて送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を検出して補正値を算出し、記憶しておくという作用を有する。

30

【0016】

本発明の請求項12に記載の発明は、前記周波数応答補正値検出部において、送信ブランチごとに、送信ブランチにおける前記重み付け演算部の出力信号を基準として、前記FFT演算部の出力信号の振幅と位相をOFDM信号のサブキャリア毎に検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、前記送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を検出することとしたものであり、送信ブランチごとに送信系無線回路部の補正値を検出するという作用を有する。

40

【0017】

本発明の請求項13に記載の発明は、前記送信データ生成部からの出力データを用いて、前記周波数応答補正値検出部において補正値を検出して、前記送信補正値メモリ部に記憶することとしたものであり、送信データを用いることで、通信を停止させることなく前記補正値を検出するという作用を有する。

【0018】

本発明の請求項14に記載の発明は、請求項3から請求項8に記載の無線基地局装置に加えて、前記複数のアンテナ素子の近傍に設置した複数の電力分配手段と、前記複数の電力

50

分配手段において分配された信号から1つを選択して出力する第1のスイッチと、前記第1のスイッチから出力される信号を入力して、無線周波数からベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行うなどの無線周波数において動作する補正ブランチ無線回路部と、前記補正ブランチ無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換するアナログ／デジタル（A／D）変換部と、前記A／D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う高速フーリエ変換（FFT）演算部と、前記複数の送信ブランチにおける逆フーリエ変換する前の信号から1つを選択して出力する第2のスイッチと、前記FFT演算部の出力信号と前記第2のスイッチからの信号を入力して補正値を検出する周波数応答補正検出部を備え、前記送信補正値メモリ部では、前記周波数応答補正値検出部により検出した補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正ブランチを用いて送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を検出して補正値を算出し、記憶しておくという作用を有する。

10

【0019】

本発明の請求項15に記載の発明は、前記第1のスイッチと前記第2のスイッチは、同じ送信ブランチを選択するように連動して動作することとしたものであり、周波数応答補正値検出部に入力する2つの信号が同じ送信ブランチからの信号であるという作用を有する。

【0020】

本発明の請求項16に記載の発明は、前記周波数応答補正値検出部において、前記第2のスイッチの出力信号を基準として、前記FFT演算部の出力信号の振幅と位相をOFDM信号のサブキャリア毎に検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、前記送信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を算出することとしたものであり、送信ブランチごとに送信系無線回路部の補正値を検出するという作用を有する。

20

【0021】

本発明の請求項17に記載の発明は、前記送信データ生成部からの出力データを用いて、前記周波数応答補正値検出部において補正値を検出して、前記送信補正値メモリ部に記憶することとしたものであり、送信データを用いることで、通信を停止させることなく前記補正値を検出するという作用を有する。

【0022】

本発明の請求項18に記載の発明は、請求項3から請求項8に記載の無線基地局装置に加えて、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を記憶しておく送信補正行列メモリ部を備え、前記送信ウエイト補正部では、前記送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイトに対して前記送信補正値メモリ部で記憶されている補正で補正することに加え、前記送信補正行列メモリ部で記憶されている補正行列で補正することとしたものであり、送信アンテナ間の振幅偏差と位相偏差の補正に加えて、アンテナ素子間結合を補正する作用を有する。

30

【0023】

本発明の請求項19に記載の発明は、前記送信補正行列メモリ部では、OFDM信号の各サブキャリアに対して、あらかじめ、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を計算しておき記憶しておくこととしたものであり、アンテナ素子間結合補正をOFDM信号のサブキャリア毎に行うという作用を有する。

【0024】

本発明の請求項20に記載の発明は、前記送信補正行列メモリ部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数に分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、あらかじめ、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を計算しておき記憶しておくこととしたものであり、アンテナ素子間結合補正をOFDM信号帯域幅内の分割帯域毎に行うという作用を有する。

40

【0025】

本発明の請求項21に記載の発明は、OFDM信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナと、前記複数のアンテナ素子で受信した信号に対して電力を増幅させ、ベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行うなどの無線周波数において動作する複数

50

の受信系無線回路部と、前記複数の受信系無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数のアナログ／デジタル（A/D）変換部と、前記複数のA/D変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換（FFT）演算部と、前記複数のFFT演算部から出力される複数の信号を用いて受信ウエイトを算出する受信ウエイト算出部と、前記受信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく受信補正値メモリ部と、前記受信ウエイトを前記補正値で補正する受信ウエイト補正部と、前記複数のFFT演算部からの出力信号に対して前記受信ウエイト補正部から出力される受信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記複数の重み付け演算部の出力信号を合成する受信データ合成部を備えることとしたものであり、アレーアンテナを用いてOFDM信号を指向性受信する場合において、受信ウエイトを補正値により補正して受信ビーム形成を行うという作用を有する。

10

【0026】

本発明の請求項2に記載の発明は、前記受信ウエイト算出部では、OFDM信号のサブキャリア毎に受信ウエイトを算出しておき、前記受信ウエイト補正部では、前記受信ウエイト算出部で算出した受信ウエイトに対して、前記受信補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、サブキャリア毎に補正を行うこととしたものであり、受信ウエイトの設定および補正をOFDM信号のサブキャリア毎に行うという作用を有する。

【0027】

本発明の請求項3に記載の発明は、前記受信ウエイト算出部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して1つの送信ウエイトを算出しておき、前記受信ウエイト補正部では、前記受信ウエイト算出部で算出した受信ウエイトに対して、前記補正値メモリ部で記憶されている補正値を用いて、各サブキャリアに対して補正を行うこととしたものであり、受信ウエイトの設定はOFDM信号帯域幅内の分割帯域毎で行い、補正はOFDM信号のサブキャリア毎に行うという作用を有する。

20

【0028】

本発明の請求項4に記載の発明は、前記受信補正値メモリ部では、OFDM信号の各サブキャリアに対して、受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正値は受信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差をサブキャリア毎に補正する値であるという作用を有する。

30

【0029】

本発明の請求項5に記載の発明は、前記受信補正値メモリ部では、OFDM信号の信号帯域幅を複数の分割して、その分割した帯域内に存在する複数のサブキャリアに対して、受信ブランチ間に発生する振幅偏差と位相偏差を補正する補正値を記憶しておくこととしたものであり、補正値は受信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差をOFDM信号帯域幅内の分割帯域毎に補正する値であるという作用と有する。

【0030】

本発明の請求項6に記載の発明は、前記各重み付け演算部では、前記FFT演算部の出力信号に対して、前記受信ウエイト補正部で補正された各サブキャリアの受信ウエイトにより、サブキャリア毎に重み付けを行うこととしたものであり、受信データの重み付けをサブキャリア毎に行うという作用を有する。

40

【0031】

本発明の請求項7に記載の発明は、請求項21に記載の無線基地局装置において、基準となる信号を発生する基準信号発生部と、前記基準信号発生部からの信号に対して逆フーリエ変換する逆高速フーリエ変換（IFFT）演算部と、前記IFFT演算部の出力信号をアナログ信号に変換するデジタル／アナログ（D/A）変換部と、前記D/A変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行うなど無線周波数において動作する補正ブランチ無線回路部と、前記基準信号発生部からの信号と受信ブランチにおける前記FFT演算部の出力信号を入力し、受信ブランチ間の振幅偏差および位相偏差を補正する補正値を検出する周波数応答補正値検出部を用いて、前記受信系無線回路部から前記ア

50

ンテナ素子を取り外して、補正ブランチ無線回路部から出力する信号を直接に前記受信系無線回路部に結線して、前記周波数応答補正値検出部では、この結線した受信ブランチにおける F F T 演算部の出力信号および前記基準信号発生部からの信号を入力して、前記基準信号発生部からの信号を基準として、前記 F F T 演算部からの信号の振幅と位相を検出し、前記振幅と位相の検出結果を用いて、この値を補正する補正値を算出し、前記受信補正値メモリ部に記憶しておくこととしたものであり、補正ブランチを用いて受信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を検出して補正値を算出し、記憶しておくという作用を有する。

【0032】

本発明の請求項 28 に記載の発明は、複数の受信ブランチの全てに対して、請求項 25 に記載の補正方法を用いて補正値を算出して、前記受信補正値メモリ部に記憶しておくこととしたものであり、全ての受信ブランチ間の振幅偏差と位相偏差を記憶するという作用を有する。

10

【0033】

本発明の請求項 29 に記載の発明は、O F D M 信号を使って移動局と通信する無線基地局装置において、移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナと、前記アンテナ素子で受信した信号を受信装置にだけ伝送し、送信信号は送信装置から前記アンテナ素子にだけ伝送する前記アンテナ素子の近傍に設置された複数のスイッチ手段と、前記複数のスイッチ手段から伝送される前記アンテナ素子で受信した信号に対して電力を増幅させ、ベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行うなどの無線周波数において動作する複数の受信系無線回路部と、前記複数の受信系無線回路部の出力信号をデジタル信号に変換する複数のアナログ／デジタル (A / D) 変換部と、前記複数の A / D 変換部の出力デジタル信号に対してフーリエ変換を行う複数の高速フーリエ変換 (F F T) 演算部と、前記複数の F F T 演算部から出力される複数の信号を用いて受信ウエイトを算出する受信ウエイト算出部と、前記受信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく受信補正値メモリ部と、前記受信ウエイトを前記補正値で補正する受信ウエイト補正部と、前記複数の F F T 演算部からの出力信号に対して前記受信ウエイト補正部から出力される受信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記複数の重み付け演算部の出力信号を合成する受信データ合成部と、前記受信ウエイト算出部における指向性に関する情報を利用して指向性送信するための送信ウエイトを算出する送信ウエイト算出部と、前記送信ウエイトを補正する補正値を記憶しておく送信補正値メモリ部と、前記送信ウエイトを前記補正値で補正を行う送信ウエイト送信ウエイト補正部と、送信する情報データ列を生成する送信データ生成部と、前記送信データ生成部から出力される送信データに対して前記送信ウエイト補正部から出力される送信ウエイトで重み付けを行う複数の重み付け演算部と、前記重み付け演算部の出力信号に対して逆フーリエ変換を行う複数の逆高速フーリエ変換 (I F F T) 演算部と、前記 I F F T 演算部の出力信号をアナログ信号に変換する複数のデジタル／アナログ (D / A) 変換部と、前記 D / A 変換部の出力アナログ信号に対して無線周波数に周波数変換を行い、また電力増幅など無線周波数において動作して前記スイッチ手段に送信信号を伝送する複数の送信系無線回路部を備えるものであり、アレーアンテナを用いて O F D M 信号を指向性送信および指向性受信する場合において、送信ウエイトおよび受信ウエイトを補正値により補正して送信ビームおよび受信ビーム形成を行うという作用を有する。

20

30

40

【0034】

以下、本発明の実施の形態について図 1 から図 7 を用いて説明する。

【0035】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の第 1 の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。この無線基地局装置は、O F D M 変調方式の信号を送信する装置であって、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナを有し、アンテナ各素子から放射される信号の振幅と位相を制御することにより、指向性送信を可能とする。ここでは、O F D M 変調方式に関して詳細な説明は省略する。O F D M に関する説明は、例えば、文献「～デジタル放送／移動通信のた

50

めの～OFDM変調技術」(伊丹誠著、トリケップス、1999年)などがある。

【0036】

図1において、100は送信データ生成部、102-1、102-2、・・・102-Nは重み付け演算部、103-1、103-2、・・・103-Nは逆高速フーリエ変換(IFFT)演算部、104-1、104-2、・・・104-Nはデジタル／アナログ(D/A)変換部、105-1、105-2、・・・105-Nは送信系無線回路部、106-1、106-2、・・・106-Nはアンテナ素子、111は送信ウエイト算出部、112は送信補正値メモリ部、113は送信ウエイト補正部である。また、101は、102の重み付け演算部、103のIFFT演算部、104のD/A変換部、105の送信系無線回路部をまとめた送信プランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、送信プランチ数はN系統である。

【0037】

また、図1において、St1は100の送信データ生成部において生成された送信データ列、Wt1は111の送信ウエイト算出部で算出された送信ウエイト、Ctは112の送信補正値メモリ部に記憶されていた補正値、Wt2は113の送信ウエイト補正部の出力送信ウエイト、St2-1、St2-2、・・・St2-Nは102の各重み付け演算部の出力信号、St3-1、St3-2、・・・St3-Nは103の各IFFT演算部の出力信号、St4-1、St4-2、・・・St4-Nは104の各D/A変換部の出力信号、St5-1、St5-2、・・・St5-Nは105の各送信系無線回路部の出力信号である。

【0038】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0039】

100の送信データ生成部では、送信する情報を生成し、送信データ列St1を出力する。一般的に、送信データ列St1は無線アクセスチャネル構成をしており、符号化や多重化といった処理が施されている。例えば、周波数分割多重化方式(Frequency Division Multiple Access, FDMA)では周波数領域で多重化を行い、時分割多重化方式(Time Division Multiple Access, TDMA)では時間領域で多重化を行い、符号分割多重化方式(Code Division Multiple Access, CDMA)では符号多重を行う処理がある。ここで、この100の送信データ生成部およびSt1の送信データ列では、このような信号フォーマットを特別に限定することはない。例えば、St1の送信データ列としては、同相成分(Iチャネル)および直交成分(Qチャネル)からなる複素数データ列がある。

【0040】

111の送信ウエイト算出部では、各アンテナ素子から放射する送信信号の振幅と位相を制御するための送信ウエイトWt1を算出する。一般的に送信ウエイトは、振幅および位相を表すことができる複素数データである。送信ウエイトWt1の算出方法としてはいくつか手法があるが、この111の送信ウエイト算出部では特に限定することはない。ここで送信ウエイト算出方法の一例を示すと、次のような方法がある。基地局において受信した移動局からの信号から、移動局の方向を推定する。こうして得られた移動局の方向に対して指向性を向けるビームパターンとなるように送信ウエイトを算出する。

【0041】

ここで、送信信号がOFDM信号であることから、各サブキャリアに対して送信ウエイトを設定することができる。図2に示すように、サブキャリア毎に送信ウエイトを設定した場合、サブキャリア毎に別々の送信ウエイトを算出することで、各サブキャリアに最適な送信ウエイトを設定することができる。図2においてnはサブキャリア番号を示している。この場合における送信ウエイトを算出する際には、各サブキャリアの周波数およびそれに伴うアレーアンテナのアンテナ間隔が必要となる。そして、OFDM信号の全サブキャリア数をFとした場合、全ての送信ウエイトを算出するにはF回の算出処理が必要とな

10

20

30

40

50

る。

【0042】

また、図2に示すように、OFDM信号の信号帯域を複数の帯域に分割して、その帯域内に存在するサブキャリアを1つのグループとして同一の送信ウエイトで設定することも可能である。図2においてmは分割した帯域の番号を示している。この場合において送信ウエイトを算出する際に必要となる周波数は、算出対象となる帯域の中心周波数を用いることが望ましい。そして、OFDM信号の信号帯域をM個に分割した場合、全ての送信ウエイトを算出するにはM回の算出処理が必要となる。しかし、サブキャリア毎に送信ウエイトを設定した場合に対して演算量を抑えることが可能である。また、OFDM信号帯域を分割する際には、等間隔に分割しても、不等間隔に分割してもよい。さらに、全サブキャリアに対して唯1つの送信ウエイトに設定することも可能である。この場合、送信ウエイトを算出する処理は1回だけとなる。こうして算出した送信ウエイト W_{t1} を出力する。

【0043】

112の送信補正值メモリ部では、101の各送信ブランチ間に発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值 C_t を記憶しておく。送信信号の信号帯域が広帯域である場合、101の各送信ブランチ間に発生する振幅偏差および位相偏差は、周波数により変わる周波数特性が見られる。OFDM信号では、このような振幅偏差および位相偏差の周波数特性を、サブキャリア毎に補正することが可能である。そのため、112の送信補正值メモリ部では、各送信ブランチに対して、サブキャリア毎の補正值を記憶しておく。つまり、送信ブランチ数をN、全サブキャリア数をFとした場合、 $(N \times F)$ 個の補正值を記憶していることとなる。

【0044】

また、111の送信ウエイト算出部と同様に、信号帯域を複数の帯域に分割し、その分割した帯域の数だけ補正值 C_t を記憶しておくこと、また、信号全帯域に対して唯1つの補正值 C_t だけを記憶しておくことも可能である。

【0045】

101の各送信ブランチ間における振幅偏差および位相偏差を補正する補正值 C_t を求める方法は後で説明する。ここで、補正值 C_t のデータ形式としては、振幅および位相をあらわすことができるものとして、例えば複素数データがある。

【0046】

113の送信ウエイト補正部では、111の送信ウエイト算出部で算出した送信ウエイト W_{t1} を、112の送信補正值メモリ部で記憶されている補正值 C_t で補正する。送信ウエイト W_{t1} および補正值 C_t が、いずれも複素数データである場合、送信ウエイト W_{t1} と補正值 C_t の複素乗算で補正することが可能である。ここで一例として、送信ウエイト W_{t1} をサブキャリア毎に算出し、同様に補正值 C_t もサブキャリア毎に記憶している場合の、113の送信ウエイト補正部から出力される補正された送信ウエイト W_{t2} を次に示す。

【0047】

【数1】

$$W_{t2-n}(f) = W_{t1-n}(f) \cdot C_{t-n}(f), \quad [n=1, \dots, N; f=1, \dots, F]$$

【0048】

ここで、Nはアレーアンテナの素子数であり、FはOFDM信号のサブキャリア数を示している。

【0049】

次に、101の送信ブランチにおける動作について説明する。各送信ブランチを構成している、102の重み付け演算部、103のIFFT演算部、104のD/A変換部、105の送信系無線回路部の機能はそれぞれ同じである。そこで、ここでは代表して第N送信ブランチについて動作の説明を行うこととする。

10

20

30

40

50

【0050】

102-Nの重み付け演算部では、100の送信データ生成部から出力された送信データ S_{t1} に対して、113から出力された送信ウェイト W_{t2} により重み付けを行う。送信データ S_{t1} および送信ウェイト W_{t2} は、それぞれ複素数データである場合、複素乗算により重み付け演算を行うことが可能である。ここで、OFDM信号のサブキャリア毎に送信ウェイト W_{t2} が設定されている場合における、102の重み付け演算部の動作の概要について、図3を用いて一例を説明する。図3において、102は重み付け演算部であり、102-Aは第1の直列／並列（S/P）変換部、102-Bは第2の直列／並列（S/P）変換部、102-Cはそれぞれ乗算器である。また、 S_{t1} は100の送信データ生成部から出力された送信データ、 W_{t2} は113の送信ウェイト補正部から出力された送信ウェイトであり、 S_{t2} の重み付けされた送信データを出力する。以下に102の重み付け演算部の概要の説明をする。

【0051】

一般的に、送信データは時系列のデータであり、 S_{t1} も時系列データである。OFDM信号のサブキャリア毎に送信ウェイトを設定する場合には、送信データ S_{t1} をサブキャリア毎に変換して、サブキャリア毎に送信ウェイトを乗算することで重み付けすることが可能である。これを実現するために、102-Aの第1のS/P変換部で、時間的に直列である送信データ S_{t1} を、サブキャリア毎に対応した並列な送信データに変換する。102-Bの第2のS/P変換部においても、送信ウェイト W_{t2} をサブキャリア毎の並列データに変換する。102-Cの乗算器では、並列化された送信データ S_{t1} および送信ウェイト W_{t2} を、それぞれサブキャリア毎に乗算する。各乗算器の出力データ S_{t2} は次のように示すことができる。

【0052】

【数2】

$$Sr2(f) = Srl(f) \cdot Wr2(f), \quad [f=1, \dots, F]$$

【0053】

ここで、 f はサブキャリア番号を示している。また、送信データ S_{t1} および送信ウェイト W_{t2} は一般的に複素数データであるから、102-Cの乗算器では複素乗算が行われる。従って、102の重み付け演算部の出力信号 S_{t2} は、サブキャリア別の信号を出力することが可能である。しかし、図3の例では、入力送信データ S_{t1} をサブキャリア毎に並列データに変換した構成であるが、これに特定することはない。送信データ S_{t1} を時系列データのままで、サブキャリア毎の送信ウェイトを重み付けすることが可能な構成であれば、実現可能である。

【0054】

次に、103のIFFT演算部では、102の重み付け演算部の出力データ S_{t2} に対して、逆フーリエ変換を行う。ここで、逆フーリエ変換の計算方法としては、離散フーリエ変換などもあるが、計算時間や演算処理量の点から逆高速フーリエ変換（IFFT）が望ましい。ここでは、IFFTに関する詳細な説明は省略する。また、図3に示すように、102の重み付け演算部の出力データ S_{t2} が、サブキャリア毎の並列データである場合、103のIFFT演算部では、その並列データのまま逆フーリエ変換を行う。また、 S_{t2} が時系列データである場合には、一度直列／並列（S/P）変換を行い並列データとして逆フーリエ変換を行う。そして、逆フーリエ変換を行った結果、時間波形送信データ S_{t3} を出力する。 S_{t3} は次のように示すことができる。

【0055】

【数3】

$$Sr3(t) = F^{-1}\{Sr2(f)\}, \quad (Sr3(f) = Sr2(f))$$

10

20

30

40

【0056】

ここで、 $F \uparrow (-1)$ は逆フーリエ変換を示す。これ以降、送信信号は時間波形であるが、周波数波形により示すこととする。104のD/A変換部では、103のFFT演算部からの出力時間波形送信データSt3を、デジタル信号からアナログ信号に変換する。104のD/A変換部の出力信号St4は、アナログ時間波形送信信号である。

【0057】

105の送信系無線回路部では、104のD/A変換部の出力信号であるアナログ時間波形送信信号St4を、ベースバンド周波数から無線周波数へ周波数変換を行い、アンテナ素子から放射するため電力増幅を行うなどの無線周波数帯における送信信号処理を行う。このほかには、フィルタなどがある。そして、106のアンテナ素子から、105の送信系無線回路部の出力信号である無線送信信号St5を放射する。

10

【0058】

ここで、105の送信系無線回路部では、多くのアナログ回路で構成される。このようなアナログ回路では、素子自体における個体差などにより各送信ブランチ間において特性偏差が発生したり、また、周囲の温度や時間の経過による影響により素子自体の特性に変化が発生したりする。また、アンテナ素子までの線路では、各アンテナまでの線路長の差や線路の特性などにより、各送信ブランチ間で遅延時間に差異が発生する。また、広帯域な信号を送信するような場合には、上述のような各送信ブランチの系統間特性偏差において、周波数特性が発生してしまう。

【0059】

これらの要因から、各アンテナ素子間では、送信ウエイトで設定した振幅位相関係が崩れてしまい、理想的なビームパターンが得られなくなる。また、広帯域な信号を送信する場合には、特性偏差の周波数特性から、周波数により異なったビームパターンが形成されてしまう。

20

【0060】

ここで、105の送信系無線回路部における振幅変動および位相変動の周波数特性を次のように示すとする。

【0061】

【数4】

$$Z(f)$$

30

【0062】

数3と数4を用いると、105の送信系無線回路部の出力である送信信号St5は次のようになる。

【0063】

【数5】

$$\begin{aligned} St5(f) &= St2(f) \cdot Z(f) \\ &= St1(f) \cdot W1(f) \cdot C(f) \cdot Z(f) \end{aligned}$$

40

【0064】

例えば、補正値が無い状態であるつまり $C1 = 1$ の場合における、第Nブランチの送信信号St5-Nは次のようになる。

【0065】

【数6】

$$St5-N(f) = St1(f) \cdot W1-N(f) \cdot Z-N(f)$$

【0066】

50

また、第1ブランチの送信信号 S_{t5-1} は次のようになる。

【0067】

【数7】

$$S_{t5-N}(f) = S_{t1}(f) \cdot W_{t1-N}(f) \cdot Z_{-1}(f)$$

【0068】

数6および数7から、各アンテナ素子から放射される送信信号 S_{t5-1} および S_{t5-N} には、送信信号 S_{t1} に重み付けた各送信ブランチの送信ウエイト W_{t1-1} および W_{t1-N} 以外に、105の送信系無線回路部の振幅位相変動特性である Z_{-1} と Z_{-N} の影響がある。 Z_{-1} および Z_{-N} により、送信ウエイト W_{t1} で制御したビームパターンとは異なったパターンが形成されてしまう。

10

【0069】

次に補正值 C_{t1} を求める方法について説明する。補正值 C_{t1} は105の送信系無線回路部の振幅位相偏差の周波数特性を検出し、その特性を補正するものであるから、105の送信系無線回路部の振幅位相偏差の周波数特性を検出できるものであれば良い。例えば次のような方法がある。図4を用いて説明する。図4において、100～106および111～113までは、本実施の形態による無線基地局装置のブロック図である図1に記載のブロックと同じであり、機能も同じものである。図4において、122は補正ブランチ無線回路部、123はアナログ／デジタル(A/D)変換部、124は高速フーリエ変換(FFT)演算部、114は周波数応答補正值検出部である。また、121は、122の補正ブランチ無線回路部、123のA/D変換部、124のFFT演算部をまとめた補正用ブランチである。

20

【0070】

また、図4において、 S_{ct1} は補正用ブランチに直接入力した送信信号、 S_{ct2} は補正ブランチ無線回路部の出力信号、 S_{ct3} はA/D変換部の出力信号、 S_{ct4} はFFT演算部の出力信号、 C_{t1} は周波数応答補正值検出部の出力信号である。

【0071】

ここでは、図4において101の送信ブランチと121の補正用ブランチの結線、および102の重み付け演算部の出力と114の周波数応答補正值検出部の結線に示してあるように、第N送信ブランチに関する補正值検出方法について説明を行う。他の送信ブランチに関しては、101の送信ブランチと121の補正用ブランチの結線、および102の重み付け演算部の出力と114の周波数応答補正值検出部の結線を換えることにより、どのブランチに対しても同様の効果がある。

30

【0072】

まず、101～Nの送信ブランチに繋がっているアンテナ素子を取り外す。アンテナ素子に繋がっていた線路を、121の補正用ブランチの入力に結線する。これにより、第N送信ブランチの送信信号 S_{t5-N} は、補正用ブランチの入力信号 S_{ct1} となる。数6で示したように、補正值が無い状態つまり $C = 1$ の場合には、 S_{ct1} は次のようになる。

【0073】

【数8】

$$S_{ct1}(f) = S_{t5-N}(f) = S_{t1}(f) \cdot W_{t1-N}(f) \cdot Z_{-N}(f)$$

40

【0074】

この入力信号 S_{ct1} は無線周波数信号である。122の補正ブランチ無線回路部では、無線周波数信号をベースバンド周波数もしくは中間周波数に周波数変換を行う。また、この他にフィルタなどの処理が含まれる。この122の補正ブランチ無線回路部は、105の送信系無線回路部と同様、多くのアナログ回路により構成されている。アナログ素子の特性から、122の第2の無線回路部には周波数特性が生じてしまう。この周波数特性を

50

次のように示すとする。

【 0 0 7 5 】

【 数 9 】

$$Zc(f)$$

【 0 0 7 6 】

数 8 と数 9 より、1 2 2 の補正ブランチ無線回路部から出力信号 S c t 2 は次のようになる。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 0 】

$$Scr2(f) = Sct1(f) \cdot Zc(f) = Srl(f) \cdot Wrl-N(f) \cdot Z-N(f) \cdot Zc(f)$$

10

【 0 0 7 8 】

1 2 3 の A / D 変換部では、1 2 2 の補正ブランチ無線回路部から出力されるアナログ信号 S c t 2 を、デジタル信号 S c t 3 に変換する。ここで、1 2 3 の A / D 変換部に用いるクロックは、1 0 4 の D / A 変換部と同じものをを用いることにより、1 2 3 の A / D 変換部は 1 0 4 の D / A 変換部と同じサンプリング速度で且つ同期したデジタル信号 S c t 3 を出力することができる。

20

【 0 0 7 9 】

1 2 4 の F F T 演算部では、1 2 3 の A / D 変換部から出力されたデジタル信号 S c t 3 をフーリエ変換して周波数波形データ S c t 4 を出力する。この周波数波形データ S c t 4 を 1 1 4 の周波数応答補正值検出部に入力する。

【 0 0 8 0 】

また、1 0 2 の重み付け演算部の出力信号 S t 2 を、周波数波形データ S c t 4 と同じく 1 1 4 の周波数応答補正值検出部に入力する。その際、補正用ブランチに繋がっている送信ブランチの信号 S t 2 を入力する。ここでは、第 N 送信ブランチについて補正值検出を行っているので、信号 S t 2 - N を 1 1 4 の周波数応答補正值検出部に入力する。

【 0 0 8 1 】

1 1 4 の周波数応答補正值検出部では、送信ブランチ 1 0 2 における重み付け演算部の出力信号 S t 2 を基準として、補正用ブランチ 1 2 1 からの信号 S c t 2 の振幅偏差と位相偏差の周波数特性を検出する。振幅偏差と位相偏差の周波数特性を h とすると、検出方法として、例えば次のような方法がある。

30

【 0 0 8 2 】

【 数 1 1 】

$$\begin{aligned} hN(f) &= Scr4(f) \cdot (Srl2-N(f))^* \\ &= Srl2-N(f) \cdot Z-N(f) \cdot Zc(f) \cdot (Srl2-N(f))^* \\ &= |Srl2-N(f)|^2 \cdot Z-N(f) \cdot Zc(f) \\ &= Z-N(f) \cdot Zc(f) \end{aligned}$$

40

【 0 0 8 3 】

このように求めた振幅偏差と位相偏差の周波数特性 h から補正值 C t は次のように求めることが可能である。

【 0 0 8 4 】

【 数 1 2 】

$$\begin{aligned}
 C_{t-N}(f) &= 1/h_N(f) \\
 &= 1/Z_N(f) \cdot Z_c(f)
 \end{aligned}$$

【0085】

このように、101-Nの第N送信ブランチに対して、105-Nの送信系無線回路部の振幅偏差および位相偏差の周波数特性を補正する補正值C_{t-N}を検出することができる。そして、検出した補正值C_{t-N}を112の送信補正值メモリ部に入力し記憶しておくことで、送信ウエイトの補正の際に用いることが可能となる。そして、全送信ブランチに対してこの補正值検出動作を行うことにより、112の送信補正值メモリ部には全ブランチおよび全サブキャリアに対する補正值を記憶することが可能となる。

10

【0086】

なお、112の送信補正值メモリ部に記憶されている補正值C_tには、121の補正用ブランチにおける122の補正ブランチ無線回路部における周波数特性Z_cが含まれている。全ブランチに対して共通であることから、各サブキャリアにおけるブランチ間の相対関係が保たれていることから、送信ウエイトに影響を与えることはない。しかし、121の補正用ブランチに関してだけ別に測定を行い、122の補正ブランチ無線回路部の周波数特性Z_cを検出しておくことで、補正值C_tからこの周波数特性Z_cを取り除くことは可能である。

20

【0087】

以上のように本実施の形態の発明によれば、広帯域なOFDM信号を指向性送信する場合において、送信ブランチ間に発生してしまう振幅および位相の偏差、周波数特性をサブキャリア毎に補正することで、OFDM信号の帯域幅内において所望のビームパターンを形成することができ、これにより効率良い送信を行うことが実現できる。

【0088】

なお、本実施の形態の無線基地局装置がFDMAに用いられる場合には、100の送信データ生成部では、複数のサブキャリアをユーザごとに割り当てるように周波数多重されるような信号を生成する。また、111の送信ウエイト算出部では、100の送信データ生成部で生成されたデータに対応して、ユーザごとに割り当てられたサブキャリア毎に送信ウエイトを生成する。

30

【0089】

なお、本実施の形態の無線基地局装置がTDMAに用いられる場合には、100の送信データ生成部では、時間をユーザごとに割り当てるように時間多重した信号を生成する。また、111の送信ウエイト算出部では、113の送信ウエイト補正部、102の各重み付け演算部では、時間により分割されているユーザごとに処理を行う。

【0090】

なお、本実施の形態の無線基地局装置がCDMAに用いられる場合には、ユーザごとに送信データが生成され、ユーザごとに送信ウエイトが算出され、ユーザごとに重み付けを行った後に、符号多重化される。

40

【0091】

(実施の形態2)

図5は、本発明の第2の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。図5において、200は送信データ生成部、202-1、202-2、・・・202-Nは重み付け演算部、203-1、203-2、・・・203-Nは逆高速フーリエ変換(IFFT)演算部、204-1、204-2、・・・204-Nはデジタル/アナログ(D/A)変換部、205-1、205-2、・・・205-Nは送信系無線回路部、206-1、206-2、・・・206-Nはアンテナ素子、207-1、207-2、・・・207-Nは電力分配手段、211は送信ウエイト算出部、212は送信補正值メモリ部、213は送信ウエイト補正部、214は周波数応答補正值検出部、222は補正ブランチ無線回

50

路部、223はアナログ／デジタル（A／D）変換部、224は高速フーリエ変換（FFT）演算部である。また、201は、202の重み付け演算部、203のIFFT演算部、204のD／A変換部、205の送信系無線回路部をまとめた送信ブランチであり、221は、222の補正ブランチ無線回路部、223のA／D変換部、224のFFT演算部をまとめた補正用ブランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、送信ブランチ数はN系統であり、また、補正用ブランチもN系統である。

【0092】

また、図5において、St1は200の送信データ生成部において生成された送信データ、Wt1は211の送信ウエイト算出部で算出された送信ウエイト、Ctは212の送信補正値メモリ部に記憶されていた補正値、Wt2は213の送信ウエイト補正部の出力送信ウエイト、St2-1、St2-2、・・・St2-Nは202の各重み付け演算部の出力信号、St3-1、St3-2、・・・St3-Nは203の各IFFT演算部の出力信号、St4-1、St4-2、・・・St4-Nは204の各D／A変換部の出力信号、St5-1、St5-2、・・・St5-Nは205の各送信系無線回路部の出力信号、Sct1は207の電力分配手段により電力分配された221の補正用ブランチの入力された信号、Sct2は222の補正ブランチ無線回路部の出力信号、Sct3は223のA／D変換部の出力信号、Sct4は224のFFT演算部の出力信号、Ctは214の周波数応答補正値検出部の出力補正値である。

【0093】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0094】

200の送信データ生成部、202の各重み付け演算部、203の各IFFT演算部、204の各D／A変換部、205の各送信系無線回路部、202～205の各ブロックから構成される201の各送信ブランチ、206の各アンテナ素子、211の送信ウエイト算出部、212の送信補正値メモリ部、213の送信ウエイト補正部における基本的な動作は実施の形態1における各ブロックの動作と同じである。

【0095】

また、222の補正ブランチ無線回路部、223のA／D変換部、224のFFT演算部、222～224の各ブロックから構成される221の補正用ブランチにおける基本的な動作は、実施の形態1における、図4の各ブロックの動作と同じである。アンテナ素子数をNとするとき、送信ブランチの数はNであり、補正用ブランチは各送信ブランチに対して1つ持つように構成されるため、補正用ブランチの数はNである。

【0096】

実施の形態1と異なる点を以下に説明する。本実施の形態は、実施の形態1と同様に指向性送信を行う無線基地局装置である。実施の形態1では、各送信ブランチ間の振幅偏差や位相偏差およびその周波数特性を補正する補正値を検出するためには、各送信ブランチからアンテナ素子を取り外して補正値を検出して記憶する方式および構成であった。これは、各送信ブランチ間の振幅偏差や位相偏差およびその周波数特性において、時間経過に対して変化がないもしくは変化がごくわずかな場合には有効である。しかし、これらの変化が大きく、記憶していた補正値では補正できなくなってしまう場合には、その度にアンテナを取り外して補正値を検出して新たに記憶しなくてはならず、その際には、通信を停止せしめようという問題となる。

【0097】

そこで、本実施の形態では、アンテナを取り外すことなく、また、通信を停止させることなく補正値を検出して記憶することを実現させる。本実施の形態では、206の各アンテナ素子の近傍に207の電力分配手段を設置する。各送信ブランチに関して全て同じ動作であるので、ここでは代表して第Nブランチに関して説明することとする。

【0098】

207-Nの電力分配手段では、201-Nの送信ブランチから出力される送信信号St5-Nの電力を分配し、221-Nの補正用ブランチに出力する。その際、アンテナ素子

10

20

30

40

50

206-Nに給電する電力に対して影響を与えないほどのわずかな電力を分配することとする。電力分配された送信信号は、221-Nの補正用ブランチに入力される。221-Nの補正用ブランチにおける基本的な動作は、実施の形態1における図4の補正用ブランチの動作と同じである。したがって、221-Nの補正用ブランチは周波数波形成データSc t 4-Nを出力する。周波数波形成データSc t 4-Nは214の周波数応答補正值検出部に入力される。また、201-Nの送信ブランチにおける202-Nの重み付け演算部の出力信号St 2-Nも同様に214の周波数応答補正值検出部に入力する。214の周波数応答補正值検出部では、実施の形態1において示した例と同様に、202-Nの重み付け演算部の出力信号St 2-Nを基準として、221-Nの補正用ブランチからの周波数波形成データSc t 4-Nの振幅偏差と位相偏差の周波数特性を検出し、第N送信ブランチにおける205-Nの送信系無線回路部の補正值C t-Nを検出する。その際、221-Nの補正用ブランチにおける222-Nの補正ブランチ無線回路部の特性をあらかじめ測定しておき記憶しておく。そして、214の周波数応答補正值検出部において検出した第N送信ブランチの補正值C t-Nを212の送信補正值メモリ部で記憶する。以上の構成を各送信ブランチに対して備えることにより、各送信ブランチにおける送信系無線回路部の補正值を、時間的に平行して検出することが可能である。そして、212の補正值メモリ部では、各送信ブランチの送信系無線回路部の補正值が記憶されており、実施の形態1と同様な動作により、各アンテナから所望のビームパターンで指向性送信を行うことができる。

【0099】

以上のように本実施の形態の発明によれば、実施の形態1に記載の発明と同じ効果を、通信を停止することなく、常に所望のビームパターンを形成するように補正を行うことができ、効率の良い送信を行うことが実現できる。

【0100】

なお、補正值の検出に用いる信号は、無線送信装置から送信される送信信号であること、送信信号のどの部分を用いても、補正值を検出することは可能である。時間的に定められたタイミングで送信される送信パイロット信号のような信号を用いてもよいし、常時通信している送信データ信号を用いてもよい。

【0101】

なお、送信ブランチ毎に補正值を検出するが、複数回の検出を行い、その時間的な平均値をとり補正值とすることで、補正值の精度を向上させることが可能である。

【0102】

なお、サブキャリア毎に補正值を検出するが、隣接するサブキャリアの補正值を利用して平均値をとり補正值とすることで、補正值の精度を向上させることが可能である。

【0103】

(実施の形態3)

図6は、本発明の第3の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。図6において、300は送信データ生成部、302-1、302-2、・・・302-Nは重み付け演算部、303-1、303-2、・・・303-Nは逆高速フーリエ変換(IFFT)演算部、304-1、304-2、・・・304-Nはデジタル/アナログ(D/A)変換部、305-1、305-2、・・・305-Nは送信系無線回路部、306-1、306-2、・・・306-Nはアンテナ素子、307-1、307-2、・・・307-Nは電力分配手段、311は送信ウエイト算出部、312は送信補正值メモリ部、313は送信ウエイト補正部、314は周波数応答補正值検出部、315は第1のスイッチ、316は第2のスイッチ、322は補正ブランチ無線回路部、323はアナログ/デジタル(A/D)変換部、324は高速フーリエ変換(FFT)演算部である。また、301は、302の重み付け演算部、303のIFFT演算部、304のD/A変換部、305の送信系無線回路部をまとめた送信ブランチであり、321は、322の補正ブランチ無線回路部、323のA/D変換部、324のFFT演算部をまとめた補正用ブランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、送信ブランチ数はN系統ある。

10

20

30

40

50

【0104】

また、図6において、St1は300の送信データ生成部において生成された送信データ列、Wt1は311の送信ウエイト算出部で算出された送信ウエイト、Ctは312の補正值メモリ部に記憶されていた補正值、Wt2は313の送信ウエイト補正部の出力送信ウエイト、St2-1、St2-2、・・・St2-Nは302の各重み付け演算部の出力信号、St3-1、St3-2、・・・St3-Nは303の各IFFT演算部の出力信号、St4-1、St4-2、・・・St4-Nは304の各D/A変換部の出力信号、St5-1、St5-2、・・・St5-Nは305の各送信系無線回路部の出力信号、Sc1は315の第1のスイッチから出力されて321の補正用ブランチに入力された信号、Sc2は322の補正ブランチ無線回路部の出力信号、Sc3は323のA/D変換部の出力信号、Sc4は324のFFT演算部の出力信号、Ctは314の周波数応答補正値検出部の出力補正值である。

10

【0105】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0106】

300の送信データ生成部、302の各重み付け演算部、303の各IFFT演算部、304の各D/A変換部、305の各送信系無線回路部、302～305の各ブロックから構成される301の各送信ブランチ、306の各アンテナ素子、307の電力分配手段、311の送信ウエイト算出部、312の送信補正值メモリ部、313の送信ウエイト補正部における基本的動作は実施の形態1および実施の形態2における各ブロックの動作と同じである。また、322の補正ブランチ無線回路部、323のA/D変換部、324のFFT演算部、322～324の各ブロックから構成される321の補正用ブランチにおける基本的動作は、実施の形態1における、図4の各ブロックの動作と同じである。

20

【0107】

実施の形態1と異なる点を以下に説明する。本実施の形態は、実施の形態2と同様に通信を停止させずに、各送信ブランチ間の振幅偏差や位相偏差およびその周波数特性を補正する方式および構成を示している。

【0108】

本実施の形態では、301の各送信ブランチからの送信信号St5を、307の各電力分配手段で電力を分配する。その際、アンテナ素子306-Nに給電する電力に対して影響を与えないほどのわずかな電力を分配することとする。307の各電力分配手段により電力分配された送信信号St5は、315の第1のスイッチに入力される。315の第1のスイッチでは、入力された送信信号から1つを選択して出力する。315の第1のスイッチの出力信号は321の補正用ブランチに入力される。321の補正用ブランチでは、実施の形態2と同様に周波数波形データSc4を出力して、314の周波数応答補正値検出部に入力される。ここで、315の第1のスイッチにおいて、第N送信ブランチにおける送信信号St5-Nが選択された場合には、321の補正用ブランチの出力信号Sc4は、第N送信ブランチの送信信号St5-Nの周波数波形データとなる。

30

【0109】

316の第2のスイッチでは、301の各送信ブランチにおける202の重み付け演算部の出力信号St2を入力して、1つを選択して314の周波数応答補正値検出部に入力する。その際、316の第2のスイッチは、315の第1のスイッチと連動して動作する。つまり、315の第1のスイッチと316の第2のスイッチでは、選択する送信ブランチ番号および選択するタイミングが同じになる。したがって、314の周波数応答補正値検出部に入力される信号は、同じ送信ブランチからの信号である。314の周波数応答補正値検出部では、実施の形態1において示した例と同様に、316の第2のスイッチからの出力信号を基準として、324のFFT演算部からの出力信号の振幅偏差と位相偏差の周波数特性を検出し、第N送信ブランチにおける305-Nの送信系無線回路部の補正值Ct-Nを検出する。そして、314の周波数応答補正値検出部において検出した第N送信ブランチの補正值Ct-Nを312の補正值メモリ部で記憶する。以上の動作を、315

40

50

の第1のスイッチと316の第2のスイッチを連動して送信ブランチを切替えることにより、321の補正用ブランチの数が1つであっても、各送信ブランチにおける第1の無線回路部の補正值を検出することが可能となる。

【0110】

以上のように本実施の形態の発明によれば、実施の形態1に記載の発明と同じ効果を、また、実施の形態2より簡易な構成により、通信を停止することなく、常に所望のビームパターンを形成するように補正を行うことができ、効率の良い送信を行うことが実現できる。

【0111】

なお、315の第1のスイッチおよび316の第2のスイッチにおける送信ブランチの選択方法としては、順番をあらかじめ決めておいても良いし、適応的に選択しても良い。

【0112】

なお、315の第1のスイッチおよび316の第2のスイッチにおける送信ブランチの選択時間としては、各送信ブランチに対して同じ時間選択しても良いし、送信ブランチ別に選択時間を変えても良い。

【0113】

(実施の形態4)

図7は、本発明の第4の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。図7において、400は送信データ生成部、401-1、402-2、・・・402-Nは重み付け演算部、403-1、403-2、・・・403-Nは逆高速フーリエ変換(IFFT)演算部、404-1、404-2、・・・404-Nはデジタル/アナログ(D/A)変換部、405-1、405-2、・・・405-Nは送信系無線回路部、406-1、406-2、・・・406-Nはアンテナ素子、411は送信ウエイト算出部、412は送信補正值メモリ部、413は送信ウエイト補正部、417は送信補正行列メモリ部である。また、401は、402の重み付け演算部、403のIFFT演算部、404のD/A変換部、405の送信系無線回路部をまとめた送信ブランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、送信ブランチ数はN系統ある。

【0114】

また、図6において、St1は400の送信データ生成部において生成された送信データ列、Wt1は411の送信ウエイト算出部で算出された送信ウエイト、Ctは412の送信補正值メモリ部に記憶されていた405の各送信系無線回路部の特性を補正する補正值、Mtは414の送信補正行列メモリ部に記憶されていたアンテナ素子間結合を補正する補正行列、Wt2は413の送信ウエイト補正部の出力送信ウエイト、St2-1、St2-2、・・・St2-Nは402の各重み付け演算部の出力信号、St3-1、St3-2、・・・St3-Nは403の各IFFT演算部の出力信号、St4-1、St4-2、・・・St4-Nは404の各D/A変換部の出力信号、St5-1、St5-2、・・・St5-Nは405の各送信系無線回路部の出力信号である。

【0115】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0116】

400の送信データ生成部、402の各重み付け演算部、403の各IFFT演算部、404の各D/A変換部、405の各送信系無線回路部、402~405の各ブロックから構成される401の各送信ブランチ、406の各アンテナ素子、411の送信ウエイト算出部、412の送信補正值メモリ部における基本的な動作は実施の形態1における各ブロックの動作と同じである。

【0117】

実施の形態1と異なる点を以下に説明する。実施の形態1と異なる点は、414の送信補正行列メモリ部を備え、アンテナ素子間結合を補正する補正行列Mtを記憶しておき、413の送信ウエイト補正部において、送信ウエイトW01に対して、各送信ブランチにおける送信系無線回路部の特性を補正することに加え、アンテナ素子間結合を補正すること

10

20

30

40

50

である。

【0118】

401の各送信ブランチにおける405の各無線回路部の特性を補正する補正値を検出する方法としては、例えば実施の形態1で示した方法がある。406の各アンテナ素子による相互結合を補正する方法としては、公知な方法として例えば次のような文献ある。文献「Sensor-Array Calibration Using a Maximum-Likelihood Approach」(Boon Chong Ng, Chong Meng Samson See, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 44, No. 6, June 1996)や、文献「Calibration of a Smart Antenna for Carrying Out Vector Channel Sounding at 1.9 GHz」(Jean-Rene Larocque, John Litva, Jim Reilly, Wireless Personal Communications: Emerging Technologies for Enhanced Communications, p. 259-268, 1999)によって示された方法がある。これらの文献では、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を算出して、送信ウエイトに乗算することで、送信ウエイトを補正する。ここでは、補正行列をM1として、414の補正行列メモリ部に記憶しておく。補正行列M1の算出方法については、例えば上述の文献に記載の方法がある。ここで、実施の形態1において説明したように、送信信号がOFDM信号であることから、送信ウエイトをサブキャリア毎に補正することが可能である。これを実現するために、414の送信補正行列メモリ部では、サブキャリア毎の補正行列を記憶しておく。このサブキャリア毎の補正行列の算出方法としては、例えば、上述の文献に記載されている方法を、サブキャリア毎に測定し補正行列を算出することで実現することが可能である。また、実施の形態1においても記載したように、OFDM信号の信号帯域を複数に分割して、その帯域内に存在するサブキャリアをまとめて補正行列を算出して記憶しておくことや、OFDM信号の全帯域に対して補正行列を算出して記憶しておくことも可能である。

【0119】

413の送信ウエイト補正部では、411の送信ウエイト算出部において算出された送信ウエイトに対して、414の送信補正行列メモリ部に記憶されている補正行列を乗算することで補正を行う。また、413の送信ウエイト補正部では、412の補正値メモリ部に記憶されている補正値により、各送信ブランチの無線回路部に対する補正も同時に行う。

【0120】

以上のように本実施の形態の発明によれば、実施の形態1における効果に加え、OFDMサブキャリア毎にアンテナ素子間結合の補正を行うことで、OFDM信号の帯域幅内において所望のビームパターンを形成することができ、これにより効率よい送信を行うことが実現できる。

【0121】

なお、実施の形態2および実施の形態3において、本実施の形態における414の補正行列メモリ部の機能と動作を加えることで、本実施の形態における効果を得ることができる。

【0122】

(実施の形態5)

図8は、本発明の第5の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。図8において、506-1、506-2、・・・506-Nはアンテナ素子、552-1、552-2、・・・552-Nは受信系無線回路部、553-1、553-2、・・・553-Nはアナログ/デジタル(A/D)変換部、554-1、554-2、・・・554-Nは高速フーリエ変換(FFT)演算部、555-1、555-2、・・・555-Nは重み付け演算部、561は受信ウエイト算出部、562は受信補正値メモリ部、563は受信ウエイト補正部、550は受信データ合成部である。また、551は、552の受信系無

10

20

30

40

50

線回路部、553のA/D変換部、554のFFT演算部、555の重み付け演算部をまとめた受信ブランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、受信ブランチ数はN系統ある。

【0123】

また、図8において、 S_{r1-1} 、 S_{r1-2} 、・・・ S_{r1-N} は506の各アンテナ素子で受信した信号、 S_{r2-1} 、 S_{r2-2} 、・・・ S_{r2-N} は552の各受信系無線回路部の出力信号、 S_{r3-1} 、 S_{r3-2} 、・・・ S_{r3-N} は553の各A/D変換部の出力信号、 S_{r4-1} 、 S_{r4-2} 、・・・ S_{r4-N} は554の各FFT演算部の出力信号、 S_{r5-1} 、 S_{r5-2} 、・・・ S_{r5-N} は重み付け演算部の出力信号、 W_{r1} は561の受信ウエイト算出部で算出された受信ウエイト、 C_{r} は562の受信補正値メモリ部で記憶されていた552の各受信系無線回路部の特性を補正する補正値、 W_{r2} は563の受信ウエイト補正部の出力受信ウエイトである。

10

【0124】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0125】

実施の形態1の無線基地局装置はOFDM信号を送信する装置であるのに対して、本実施の形態の無線基地局装置はOFDM信号を受信する装置であり、送信系が受信系に換わることにより構成および動作に違いがあるが、本発明における基本的な目的および手法は同じである。

【0126】

まず、506のアンテナ素子および551の受信ブランチにおける動作について説明する。506の各アンテナ素子、および、551の各受信ブランチを構成している552の各受信系無線回路部、553の各A/D変換部、554の各FFT演算部、555の各重み付け演算部の機能は、それぞれ同じである。ここでは、代表して第N受信ブランチについての動作の説明を行うこととする。

20

【0127】

506-Nのアンテナ素子では、移動局からのOFDM信号を受信して、信号 S_{r1-N} を出力する。

【0128】

552-Nの受信系無線回路部では、506-Nからの信号 S_{r1-N} に対して、電力増幅して、無線周波数からベースバンド周波数もしくは中間周波数への周波数変換処理などの無線周波数帯における受信信号処理を行い、信号 S_{r2-N} を出力する。このほかの無線回路処理としては、雑音除去や不要信号除去を目的としたフィルタ処理などがある。

30

【0129】

ここで、実施の形態1における105の送信系無線回路部と同様に、この552の受信系無線回路部におけるアナログ素子の特性の差異により、受信ブランチ間の振幅偏差および位相偏差が発生する。

【0130】

553-NのA/D変換部では、552-Nの受信系無線回路部の出力信号 S_{r2-N} を、アナログ信号からデジタル信号に変換する。出力信号 S_{r3-N} はデジタル信号である。

40

【0131】

554-NのFFT演算部では、553-NのA/D変換部の出力デジタル信号 S_{r3-N} に対して、フーリエ変換を行う。ここで、フーリエ変換の計算方法としては、離散フーリエ変換などもあるが、計算時間や演算処理量の点から高速フーリエ変換(FFT)が望ましい。

【0132】

555-Nの重み付け演算部では、554-NのFFT演算部の出力信号 S_{r4-N} に対して、563の受信ウエイト補正部から出力された受信ウエイト W_{r2} により重み付けを行う。実施の形態1における102の重み付け演算部と動作は同じであり、OFDM信号

50

のサブキャリア毎に重み付けを行う。受信ウエイトにより重み付けした信号 S_{r5-N} を出力する。ここで、受信ウエイト W_{r2} の算出方法は後述する。

【0133】

以上が551の各受信ブランチの動作であり、出力信号 S_{r5} は550の受信データ合成部に入力され、550の受信データ合成部では各入力信号を合成し受信データを得る。

【0134】

561の受信ウエイト算出部では、551の各受信ブランチにおける554の各FFT演算部の出力信号 S_{r4} を入力して、その情報を用いて受信ウエイト W_{r1} を算出する。受信ウエイトの算出方法としてはいくつか方法があるが、この561の受信ウエイト算出部では特に限定することはない。例えば、受信ウエイトの算出方法としては、受信信号の到来方向を推定してその推定方向を利用して指向性を形成する受信ウエイトを算出する方法がある。

10

【0135】

ここで、受信信号がOFDM信号であることから、受信ウエイト W_{r1} の算出の際において、各サブキャリアに対して設定することができる。また、OFDM信号の信号帯域を複数の帯域に分割して、その帯域内に存在するサブキャリアを1つのグループとして同一の受信ウエイトで設定することもできる。これは、実施の形態1において、送信ウエイト W_t を設定した際の説明と同じである。

【0136】

562の受信補正值メモリ部では、551の各受信ブランチ間に発生する振幅偏差および位相偏差を補正する補正值 C_r をサブキャリア毎に記憶しておく。また、受信ウエイト算出と同様に、信号帯域を複数の帯域に分割し、その分割した帯域の数だけ補正值 C_r を記憶しておくこと、信号全帯域に対して唯一つの補正值 C_r だけを記憶しておくことも可能である。

20

【0137】

563の受信ウエイト補正部では、561の受信ウエイト算出部で算出された受信ウエイト W_{r1} を、562の受信補正值メモリ部で記憶されている補正值 C_r で補正する。

【0138】

以上が、本実施の形態における動作の説明である。

【0139】

次に、補正值 C_r を求める方法について説明する。補正值 C_r は552の受信無線回路部における振幅位相偏差の周波数特性を検出し、その特性を補正するものであるから、552の受信無線回路部における振幅位相偏差の周波数特性を検出できるものであれば良い。例えば次のような方法がある。図9を用いて説明する。送信系と受信系が換わっているが、基本的な補正值検出動作は、実施の形態1において説明した例と同じである。

30

【0140】

図9は、図8に示した無線基地局装置に対して、570の基準信号発生部、573のIFFT演算部、574のD/A変換部、575の補正ブランチ無線回路部のブロックを加えたブロック図である。573のIFFT演算部、574のD/A変換部、575の補正ブランチ無線回路部の機能および動作は、実施の形態1における送信ブランチ内にある103のIFFT演算部、104のD/A変換部、105の送信系無線回路部と同じであり、また、これらをまとめて571の補正用ブランチとする。

40

【0141】

570の基準信号発生部では、基準とする信号 S_{cr1} を発生する。571の補正ブランチでは、 S_{cr1} を入力して、送信処理を行った信号 S_{cr4} を出力する。送信処理は、実施の形態1における送信ブランチの処理に相当する。無線基地局装置では、506のアンテナ素子を551の受信ブランチから取り外し、571の補正ブランチからの信号 S_{cr4} を直接入力する。

【0142】

551の受信ブランチでは、入力信号 S_{cr4} に対して受信処理を行い、553のFFT

50

演算部の出力信号である S_{r4} を、564の周波数応答補正值検出部に入力する。また、564の周波数応答補正值検出部では、570の基準信号発生部からの信号 S_{cr1} を入力する。

【0143】

564の周波数応答補正值検出部では、570の基準信号発生部からの信号 S_{cr1} を基準として、受信ブランチからの信号 S_{r4} の振幅偏差と位相偏差をサブキャリア毎に検出し、サブキャリア毎の補正值を算出する。

【0144】

以上の検出方法を全受信ブランチに対して行うことにより、全ブランチおよび全サブキャリアに対する補正值 C_r を562の受信補正值メモリ部に記憶することができる。

10

【0145】

以上のように、本実施の形態の発明によれば、広帯域なOFDM信号を指向性送信する場合において、受信ブランチ間に発生してしまう振幅および位相の偏差、周波数特性をサブキャリア毎に補正することで、OFDM信号の帯域幅内において所望のビームパターンを形成することができ、これにより効率良い受信を行うことが実現できる。

【0146】

なお、図9に示すように、本実施の形態に対して、アンテナ素子間結合を補正する補正行列を記憶しておく受信補正行列メモリ部を加えることもできる。このアンテナ素子間結合を補正する補正行列に関しては、実施の形態4において説明したものである。こうすることで、受信ブランチ間の振幅および位相偏差の補正に加え、アンテナ素子間結合の補正を行うことができ、効率良い受信を行うことが実現できる。

20

【0147】

(実施の形態6)

図10は、本発明の第6の形態による無線基地局装置のブロック結線図である。図10において、600は送信データ生成部、602-1、・・・602-Nは重み付け演算部、603-1、・・・603-NはIFFT演算部、604-1、・・・604-NはD/A変換部、605-1、・・・605-Nは送信系無線回路部、606-1、・・・606-Nはアンテナ素子、608-1、・・・608-Nはスイッチ手段、611は送信ウエイト算出部、612は送信補正值メモリ部、613は送信ウエイト補正部、650は受信データ合成部、652-1、・・・652-Nは受信系無線回路部、653-1、・・・653-NはA/D変換部、654-1、・・・654-NはFFT演算部、655-1、・・・655-Nは重み付け演算部、661は受信ウエイト算出部、662は受信補正值メモリ部、663は受信ウエイト補正部である。また、601は、602の重み付け演算部、603のIFFT演算部、604のD/A変換部、605の送信系無線回路部をまとめた送信ブランチであり、651は、652の受信系無線回路部、653のA/D変換部、654のFFT演算部、655の重み付け演算部をまとめた受信ブランチである。ここで、アンテナ素子数をNとすると、送信ブランチ数および受信ブランチ数はN系統ある。

30

【0148】

また、図10において、 S_{t1} は送信データ生成部から出力された信号、 S_{t2} は602の各重み付け演算部の出力信号、 S_{t3} は603の各IFFT演算部の出力信号、 S_{t4} は604の各D/A変換部の出力信号、 S_{t5} は605の各送信系無線回路部の出力信号であり、 S_{r1} は各アンテナ素子で受信した受信信号、 S_{r2} は652の各受信系無線回路部の出力信号、 S_{r3} は653の各A/D変換部の出力信号、 S_{r4} は654の各FFT演算部の出力信号、 S_{r5} は655の各重み付け演算部の出力信号である。また、 W_{t1} は611の送信ウエイト算出部で算出された送信ウエイト、 C_t は612の送信補正值メモリ部に記憶されている送信補正值、 W_{t2} は613の送信ウエイト補正部の出力送信ウエイトであり、 W_{r1} は661の受信ウエイト算出部で算出された受信ウエイト、 C_r は662の受信補正值メモリ部に記憶されている受信補正值、 W_{r2} は663の受信ウエイト補正部の出力受信ウエイトである。

40

50

【0149】

以上のように構成された無線基地局装置に関して、以下に説明する。

【0150】

600の送信データ生成部、602の各重み付け演算部、603の各IFFT演算部、604の各D/A変換部、605の各送信系無線回路部、602～605の各ブロックから構成される601の各送信ブランチ、606の各アンテナ素子、611の送信ウエイト算出部、612の送信補正値メモリ部、613の送信ウエイト補正部における基本的な動作は実施の形態1における各ブロックの動作と同じである。

【0151】

また、650の受信データ合成部、652の各受信系無線回路部、653の各A/D変換部、654の各FFT演算部、655の各重み付け演算部、652～655の各ブロックから構成される651の各受信ブランチ、661の受信ウエイト算出部、662の受信補正値メモリ部、663の受信ウエイト補正部における基本的な動作は実施の形態5における各ブロックの動作と同じである。

10

【0152】

本実施の形態では、606の各アンテナ素子の近傍に608のスイッチ手段を設置して、送信ブランチからアンテナ素子への送信信号とアンテナ素子から受信ブランチへの受信信号を切替えてそれぞれの信号を送送することにより、実施の形態1と実施の形態5の動作を組み合わせている。

【0153】

608の各スイッチ手段では、601の送信ブランチからの信号は606アンテナ素子だけに伝送して651の受信ブランチには伝送しない。また、606アンテナ素子からの信号は651の受信ブランチだけに伝送して601の送信ブランチには伝送しない。

20

【0154】

661の受信ウエイト算出部では、受信した信号を処理した信号 S_{r4} を用いて受信ウエイト W_{r1} を算出する。また、611の送信ウエイト算出部では、661の受信ウエイト算出部により算出した受信ウエイト W_{r1} を用いて送信ウエイト W_{t1} を算出することが可能である。例えば、時分割複信方式（Time Division Duplex, TDD）では、受信ウエイト W_{r1} をそのまま送信ウエイト W_{t1} とする方法や、周波数分割複信方式（Frequency Division Duplex, FDD）では、受信ウエイト W_{r1} から受信方向情報を推定して送信ウエイト W_{t1} の算出に利用する方法などがある。

30

【0155】

以上のように、本実施の形態の発明によれば、広帯域なOFDM信号を指向性送信および受信を行う場合において、送信ブランチ間および受信ブランチ間に発生してしまう振幅および位相の偏差、周波数特性をサブキャリア毎に補正することで、OFDM信号の帯域幅内において所望のビームパターンを形成することができ、これにより効率よい送信および受信を行うことが実現できる。

【0156】

なお、本実施の形態と同様に、実施の形態2および実施の形態5の無線基地局装置を組み合わせることで、それぞれの実施の形態に記載の機能を備えた無線基地局装置を実現できる。

40

【0157】

なお、本実施の形態と同様に、実施の形態3および実施の形態5の無線基地局装置を組み合わせることで、それぞれの実施の形態に記載の機能を備えた無線基地局装置が実現できる。

【0158】

なお、本実施の形態と同様に、実施の形態4および実施の形態5の無線基地局装置を組み合わせることで、それぞれの実施の形態に記載の機能を備えた無線基地局装置を実現できる。

50

【0159】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、アレーアンテナを用いてOFDM信号を指向性送信する送信装置において、送信ブランチ間に発生する振幅・位相偏差をサブキャリア毎に検出し補正値を持つことで、送信ウエイトを補正することが可能となり、送信ブランチ間の振幅・位相偏差およびこれら偏差の周波数特性によって発生するビームパターンのずれを、所望のビームパターンに近づけることが可能となる効果を有する。また、アンテナ素子間結合を補正する補正行列をサブキャリア毎に検出することにより、信号帯域幅内においてアンテナ素子間結合補正を行い、所望のビームパターンを得ることが可能となり、良好な通信が可能であるという有利な効果が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における実施の形態1による無線基地局装置のブロック結線図

【図2】実施の形態1におけるOFDM信号の受信ウエイト割り当て概念図

【図3】実施の形態1における重み付け演算部の動作概念図

【図4】実施の形態1における補正値検出方法例を示したブロック結線図

【図5】実施の形態2による無線基地局装置のブロック結線図

【図6】実施の形態3による無線基地局装置のブロック結線図

【図7】実施の形態4による無線基地局装置のブロック結線図

【図8】実施の形態5による無線基地局装置のブロック結線図

【図9】実施の形態5における補正値検出方法例を示したブロック結線図

20

【図10】実施の形態6による無線基地局装置のブロック結線図

【符号の説明】

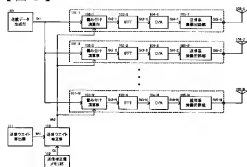
- 100、200、300、400、600 送信データ生成部
- 101、201、301、401、601 送信ブランチ
- 102、202、302、402、602 重み付け演算部
- 103、203、303、403、603 逆高速フーリエ変換（IFFT）演算部
- 104、204、304、404、604 デジタル／アナログ（A/D）変換部
- 105、205、305、405、605 送信系無線回路部
- 106、206、306、406、505、606 アンテナ素子
- 207、307 電力分配手段
- 608 スイッチ
- 111、211、311、411、611 送信ウエイト算出部
- 112、212、312、412、612 送信補正値メモリ部
- 113、213、313、413、613 送信ウエイト補正部
- 114、214、314 周波数応答補正値検出部
- 315 第1のスイッチ
- 316 第2のスイッチ
- 417 送信補正行列メモリ部
- 102-A 第1の直列／並列（S/P）変換
- 102-B 第2の直列／並列（S/P）変換
- 103-C 乗算器
- 550、650 受信データ合成部
- 551、651 受信ブランチ
- 552、652 受信系無線回路部
- 553、653 アナログ／デジタル（A/D）変換部
- 554、654 高速フーリエ変換（FFT）演算部
- 555、655 重み付け演算部
- 561、651 受信ウエイト算出部
- 562、652 受信補正値メモリ部
- 563、653 受信ウエイト補正部

30

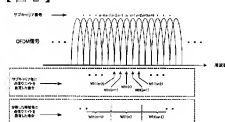
40

50

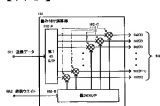
【図 1】



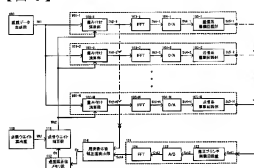
【図 2】



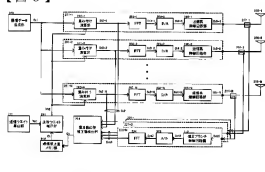
【図 3】



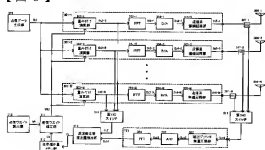
【図 4】



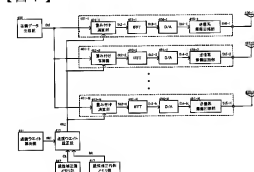
【図 5】



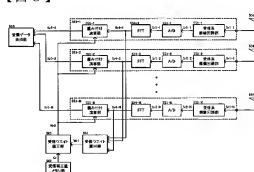
【図 6】



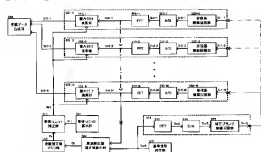
【図 7】



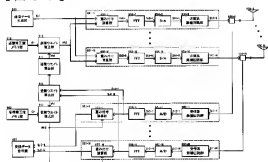
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 深川 隆

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 高草木 恵二

神奈川県横浜市港北区綱島東 4 丁目 3 番 1 号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 宮本 昭司

宮城県仙台市泉区明通二丁目五番地 株式会社松下通信仙台研究所内

F ターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33

5K067 AA02 BB04 CC02 EE10 KK03 KK13